УДК 631.358

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-47-3-129-133

Ю.Х. Шогенов, Б.Х. Ахалая, Н.Г. Кынев

ЭНЕРГО-РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Ключевые слова: почва; лапа; культивация; рыхлитель; секция; гидросистема.

Введение. Рост эффективности функционирования почвообрабатывающих устройств является одной из важных задач в аграрном производстве. Значительный мировой рынок сельскохозяйственной техники и дефицит количественных объективных показателей их совершенства создают проблему выбора наилучших образцов. Разработчики сообщают потребителю о создании нового высокопроизводительного орудия, и он воспринимает это как действительное достижение, потому что не имеет объективных показателей для оценки технического уровня новинки. Очевидно, такой показатель и не может существовать, поскольку эффективность обработки почвы зависит от соответствия ее технологических свойств, параметров рабочих органов сельскохозяйственной техники и почвенно-климатических условий региона, где производится данный вид работ. В различных почвенных условиях одно и то же орудие будет иметь различную эффективность работы. Например, применяемые в настоящее время системы и средства механизации обработки почв в хозяйствах не везде являются рациональными, так как не соответствуют местным зональным почвенно-климатическим условиям [1–3]. В этой связи дальнейшее наращивание производства сельскохозяйственной продукции в рыночных условиях возможно путем внедрения научно обоснованных технологий и повышения эффективности использования техники.

Цель исследования – разработать конструкцию универсального культиватора-глубококорыхлителя, обеспечивающую снижение металлоемкости конструкции и нагрузки на поверхность глубококорыхлителя с уменьшением расхода топлива и повышением качества обработки почвы.

Материалы и методы исследования. Применяемые в культиваторах-глубококорыхлителях лапы различаются шириной захвата, толщиной и шириной крыла, величиной угла их раствора. Культиваторные лапы при работе должны хорошо самоочищаться от сорняков и обеспечивать их резание со скольжением по ним. Этому требованию лучше отвечают лапы, имеющие угол $\gamma < 90^\circ$. Угол движения сорняков по лез-

вию в среднем равен 40° . Глубококорыхлители рыхлят почву на установленную глубину обработки, она зависит от характеристики почвы данного региона [3–6].

Современные технологии предполагают оставление стерни и значительного количества растительных остатков на поверхности поля, что предъявляет особые требования к конструкции орудий. Существенные новшества в разработку таких орудий внесены работами научных сотрудников ФНАЦ ВИМ [7–11]. Особое внимание уделено рациональным компоновочным схемам орудий и снижению габаритов конструкций в условиях применения нескольких типов рабочих органов.

Для разработки новой конструкции культиватора-глубококорыхлителя был проведен сравнительный анализ различных существующих вариантов устройств, в частности рассмотрен комбинированный рыхлитель почвы, содержащий раму с закрепленными на ней чизельными лапами и рыхлящими рабочими органами, расположенными в одной горизонтальной плоскости резания. Недостатком данной конструкции является некачественная обработка почвы, которая отличается неравномерной структурой и увеличенной комковатостью, поскольку рабочие органы подрезают и деформируют пласт почвы большой толщины. Наиболее близким техническим решением в данном случае является культиватор-глубококорыхлитель, содержащий сницу, соединенную шарнирно с рамой, на которой установлены опорные колеса с механизмами регулировки глубины, транспортные колеса, стрелчатые лапы, рыхлители и расположенные с возможностью регулировки по высоте зубовые пружинные бороны. Рыхлитель в виде стойки закреплен на раме и может смещаться, стрелчатая лапа установлена на рыхлителе с возможностью демонтажа, при этом рыхлитель имеет дугообразную форму с заостренной кромкой. Недостатком известной конструкции является повышенный расход горючего за счет того, что рыхлитель, вогнутый в противоположную сторону движения агрегата, увеличивает нагрузку на центральную ее часть там, где наибольший изгиб поверхности, а также за счет некачественной обработки почвы.

Разработанная конструкция культиватора-глубокорыхлителя представлена на рисунке 1 и содержит спину 1 с гидроцилиндром 2, секционные рамы 3 и 4, опорное колесо 5, рыхлитель 6 в виде стойки с долотом 7 на конце, стрельчатые лапы 8, установленные на рыхлителе 6 в два ряда, транспортное колесо 9, зубовые пружинные бороны 10, гидроцилиндр регулировки глубины обработки почвы 11 и гидроцилиндр разворота транспортных колес 12, раму заднюю 13, гидроцилиндр для поднятия боковой секции 14. Рыхлитель 6 выполнен в виде саблевидной стойки с выпуклостью по направлению движения агрегата с углом заточки в $8-10^\circ$. На конце рыхлителя 6 закреплено долото 7 с углом атаки $12-15^\circ$ и возможностью демонтажа. Опытным экспериментальным путем установлено соотношение толщины рыхлителя 6 с шириной долота 7 и шириной рыхлителя 6, которое соответственно определяется условием $1:2:5$.

При движении культиватора-глубокорыхлителя стрельчатые лапы первого ряда подрезают

сорные растения и крошат верхний слой почвы. Рыхлители с долотом на конце разрушают нижние уплотненные слои почвы. Стрельчатые лапы и рыхлители второго ряда разравнивают гребни, образовавшиеся в промежутках между лапами первого ряда, и полностью подрезают сорные растения с одновременным рыхлением почвы. Следующие за стрельчатыми лапами зубовые пружинные бороны производят дополнительное крошение почвы, распределяют солому по поверхности поля и формируют влагосберегающую прослойку. В конце гона с помощью гидросистемы раздвигается гидроцилиндр и поворачивает коленчатую ось транспортных колес, а гидроцилиндр опускает и фиксирует спину, культиватор выглубляется, а после разворота вновь опускается в исходное положение, и процесс продолжается.

Изменение глубины обработки осуществляется переустановкой опорных и транспортных колес с помощью механизмов регулировки глубины.

Рисунок 1

Схема культиватора-глубокорыхлителя: а) вид сверху; б) вид сбоку

Схема культиватора-глубокорыхлителя в транспортном положении представлена на рисунке 2. При транспортировке культиватора-глубокорыхлителя по дорогам для уменьшения его ширины с помощью гидроцилиндров 14 поднимаются секционные рамы 4.

Результаты исследований. Результаты экспериментально-полевых и лабораторных исследований показали, что представленная компоновка рабочих органов – стрельчатые лапы с рыхлителями и долотом на конце, а также зубовые пружинные бороны – позволяет использовать культиватор для основной осенней обработки

почвы после уборки урожая. Для весенней предпосевной подготовки почвы и обработки паров в течение лета используется культиватор со снятыми долотами и смещением стойки на раме на нужную глубину культивации. Лапы устанавливают с перекрытиями и выполняют сплошную поверхностную обработку, а регулируемые по высоте зубовые пружинные бороны настраивают на вычесывание сорняков. Смещение зубовых пружинных борон на задней раме относительно борон, расположенных на боковых секциях, позволяет обеспечить перекрытие борон и тем самым исключить образование гребней на стыке секций.

Рисунок 2
Схема культиватора глубокорыхлителя
в транспортном положении

Рисунок 3
Схема рыхлителя в виде стойки совместно
со стрелчатой лапой и долотом

Установка рыхлителей в виде стоек совместно со стрелчатыми лапами (рисунок 3) позволяет произвести сплошную поверхностную обработку, полностью подрезать сорные растения, разрыхлить нижний горизонт, выровнять поверхность обработанного поля и улучшить водный и воздушный режим почвы.

Заостренная кромка рыхлителя с углом заточки 8–10° разбивает слои почвы по глубине. Определенное экспериментально-опытным путем соотношение толщины рыхлителя с шириной долота и рыхлителя, как 1:2:5, позволяет качественно разрыхлять почву на максимальной глубине хода глубокорыхлителя.

Возможность многопозиционной установки с шагом 5 см стрелчатой лапы позволяет регулировать глубину культивации верхнего слоя почвы от 5 до 15 см с подрезанием и измельчением почвы и растительных остатков при одновременном проведении глубокого рыхления.

Выводы. 1. Применение предлагаемой конструкции культиватора-глубокорыхлителя обеспечивает повышение качества обработки почвы и снижение нагрузки на поверхность рыхлителя.

2. Благодаря снижению металлоемкости и общей массы устройства меньше уплотняется почва.

3. Предлагаемая конструкция культиватора более маневренна, двигатель трактора меньше загружается и сокращается расход топлива.

Библиографический список

1. Измайлов, А.Ю. Разработка интенсивных машинных технологий и новой энергонасыщенной техники для производства основных видов сельскохозяйственной продукции [Текст] / А.Ю. Измайлов, Ю.Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. 2016. № 5. С. 2–5. ISSN 2072-9642.

2. Лобачевский, Я.П. Новые почвообрабатывающие технологии и технические средства [Текст] / Я.П. Лобачевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2000. № 8. С. 30–32.

3. Лобачевский, Я.П. Современное состояние и тенденции развития почвообрабатывающих машин [Текст] / Я.П. Лобачевский, Л.М. Колчина. М.: Росинформагротех, 2005. 116 с.

4. Ахалая, Б.Х. Механизация и автоматизация рабочих процессов обработки почвы и посева [Текст] / Б.Х. Ахалая, Ю.Х. Шогенов // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 2. С. 59–62.

5. Ахалая, Б.Х. Автоматизированный многофункциональный почвообрабатывающий аг-

регат [Текст] / Б.Х. Ахалая, Ю.Х. Шогенов // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 6. С. 55–58.

6. Катков, П.И. Анализ конструкций комбинированных плугов [Текст] / П.И. Катков, Б.Х. Ахалая // Техника в сельском хозяйстве. № 6. 2006. С. 32–34.

7. Точицкий, А.А. Почвовлагодобывающие технологии и механизация обработки легких почв в Республике Беларусь [Текст] / А.А. Точицкий, Н.Д. Лепешкин, П.П. Костюков, Н.С. Козлов // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.; «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». Минск, 2012. Вып. 46. С. 3–10.

8. Жук, А.Ф. Почвообрабатывающие комбинированные машины ВИМ для ресурсосберегающих технологий [Текст] / А.Ф. Жук // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы международной науч. практ. конф., 17–19 октября 2007. Минск, 2007. Т. 1. С. 104–113.

9. Жук, А.Ф. Почвовлагодобывающие агроприемы, технологии и комбинированные

машины [Текст] / А.Ф. Жук, Я.П. Лобачевский, О.А. Сизов. М.: Росинформагротех, 2012. 144 с.

10. Пат. 2618327 РФ. Культиватор-глубокорыхлитель / А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский, Б.Х. Ахалая // Бюл., 2016. № 11.

11. Мударисов, С.Г. Оценка технологического процесса обработки почвы на основе уравнений динамики сплошных сред [Текст] / С.Г. Мударисов, З.С. Рахимов, М.М. Ямалетдинов, И.М. Фархутдинов // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. С. 63–68

Сведения об авторах

1. **Шогенов Юрий Хасанович**, доктор технических наук, заведующий сектором механизации, электрификации и автоматизации, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, e-mail: yh1961s@yandex.ru.

2. **Ахалая Бадри Хутаевич**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 109456, Москва, 1-й Вешняковский проезд, 2, e-mail: badri53@yandex.ru.

3. **Кынев Николай Георгиевич**, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 109456, Москва, 1-й Вешняковский проезд, 2.

Выполнена оптимальная расстановка рабочих органов на разработанном культиваторе-глубокорыхлителе, обеспечивающая его надежную работу и позволяющая устранить (или ограничить) возможные огрехи и забивание сорняками рабочих органов. Лапы культиватора-глубокорыхлителя размещены в два фронта в шахматном порядке с перекрытиями промежутков между передними лапами и лапами заднего ряда. Основным достоинством созданной конструкции культиватора-глубокорыхлителя является рациональное совмещение его рабочего органа с культиваторной лапой, что позволяет значительно снизить металлоёмкость всей конструкции. Саблевидная форма рыхлителя с выпуклостью по направлению движения агрегата снижает нагрузку на него, так как происходит пере-

распределение нагрузки по кривой всей ее поверхности, и способствует сокращению расходов на горюче-смазочные материалы. Экспериментально установлен рабочий диапазон угла заточки в 8–10°. Если угол меньше 8°, то рабочая кромка рыхлителя интенсивно изнашивается. При углах более 10° увеличивается нагрузка на рыхлитель. Установлен оптимальный рабочий диапазон угла атаки долота – 12–15°. Определены конструктивные геометрические параметры рыхлителя и долота, способствующие увеличению накопления влаги в корнеобитаемом слое в результате обработки почвы, сохранению устойчивости рыхлителя в процессе эксплуатации и обеспечивающие снижение металлоёмкости конструкции и расхода горюче-смазочных материалов.

Yu. Shogenov, B. Akhalaya, N. Kynev

ENERGY AND RESOURCE SAVING TECHNICAL SOLUTIONS AT SUBSURFACE TILLAGE

Key words: soil; coultter; cultivation; ripper; section; hydraulic system.

Authors' personal details

1. **Shogenov Yuri**, Doctor of technical sciences, head of the sector of mechanization, electrification and automation of the Department of agricultural sciences of the Russian Science Academy, e-mail: yh1961s@yandex.ru.

2. **Akhalaya Badri**, Candidate of technical sciences, leading researcher, Federal research center of agricultural engineering, Moscow, Pervyi Veshniakovskii proezd St., 2, e-mail: badri53@yandex.ru.

3. **Kynev Nikolai**, senior researcher, Federal research center of agricultural engineering, Moscow, Pervyi Veshniakovskii proezd St., 2.

The optimal arrangement of the working bodies on the developed cultivator-deep tiller is performed. It provides reliable operation and makes it possible to eliminate (or limit) possible flaws and clogging of the working bodies with weeds. Coultters of the

cultivator are placed in two fronts in a checkerboard pattern with overlapping intervals between the front legs, legs back. The main advantage of the created design of the cultivator-deep-tiller is the rational combination of the working body of the deep-tiller

with the cultivator coulter, which can significantly reduce the metal content of the entire structure. The saber shape of the ripper with a bulge in the direction of movement of the unit reduces the load on it, as there is a redistribution of the load along the curve of its entire surface and helps to reduce the cost of fuel and lubricants. The working range of the sharpening angle is set experimentally in $8...10^\circ$. If the angle is less than 8° , the working edge of the ripper wears out intensively. At corners more than

10° there is increased load on the ripper. The optimal working range of the bit angle of attack is $12...15^\circ$. We found construction geometric parameters of the cultivator and chisel that increase the accumulation of moisture in the area of plant roots as the result of soil tillage, maintain the stability of the cultivator in the operating process and ensure the reduced metal construction and consumption of fuels and lubricants.

© Шогенов Ю.Х., Ахалая Б.Х., Кынев Н.Г.